



**Сојуз на рударски и геолошки инженери  
на Република Македонија**

**четврто стручно советување  
со меѓународно учество**

**ПОДЕКС '10**

**12-13.ноември.2010 година**

**Пробиштип**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА  
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**





**СРГИМ**  
Сојуз на рударски  
и геолошки  
инженери на Р.  
Македонија

IV<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:  
Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини

**ПОДЕКС '10**

Пробиштип  
12 – 13. 11. 2010 год.

## ПРАВНА РЕГУЛАТИВА ЗА ПРОЦЕНА И КОНТРОЛА НА БУЧАВАТА ВО РАБОТНА СРЕДИНА

### LEGISLATION ON ASSESSING AND CONTROLLING THE OCCUPATIONAL NOISE

**Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>, Дејан Мираковски<sup>1</sup>, Николинка Донева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет "Гоце Делчев", Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство, Штип, Р. Македонија

**Апстракт:** Изложеноста на силна бучава во работната средина предизвикува неповратно оштетување на слухот, а може да биде и причина за несреќи на работното место како и фактор за останати здравствени проблеми. Губењето на слухот предизвикано од бучавата е многу честа професионална болест во Европската унија; големата бучава при работа може да биде причина и за појава на стрес и го зголемува ризикот од несреќи. Овој податок бил доволна причина за усвојување на Европската директива за минималните барања за безбедноста и здравјето на работниците изложени на зголемен ризик од бучава во работната средина.

Во овој труд ќе бидат изнесени насоките на најновата Европска директива за бучава (2003/10/EC) и согласно на неа донесениот Правилник за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава (Сл.весник на РМ, бр. 21/08) како и прашања поврзани со процената и контролата на бучавата во работната средина, согласно споменатата Директива и Правилник.

**Клучни зборови:** бучава, работна средина, проценка на ризик, ЕУ директива, контрола.

#### 1. ВОВЕД

Бучавата се дефинира како непожелен и непријатен звук или звук кој пречи, иритира и може да доведе до оштетување на органот за слух. Нормалното човечко уво не може да ги регистрира сите звуци кои настануваат во природата. Осетливоста на звук на човечкото уво е ограничена во однос на висината на тоновите, односно фреквенцијата на звукот. Човечкото уво може да ги регистрира звуците во фреквентен опсег од 16-20 000 Hz. Увото е најосетливо на звуци од 1000-7000 Hz, а максималната осетливост е на околу 4500 Hz.

За да може звукот со одредена фреквенција да се слушне, потребно е да има и одреден звучен притисок. Динамичкото подрачје на увото е опфатено со горната и долна граница на слушна осетливост, а со прагот на чујност и прагот на болка е опфатена површината на слушното подрачје на увото.

Најголем извор на бучава во рудниците се машините со погон на компримиран воздух (откопните и дупчечки чекани, товарно-транспортните машини, вентилаторите, пумпите, компресорите и др.). Во погонот за подготовка на минерални сурови како извори на бучава се јавуваат: дробилките, мелниците, ситата и пумпите.

Нивоата на бучава кои се јавуваат при извршување на различни активности во рударските простории се дадени во Табела 1:

Табела 1. Нивоа на бучава во рударските простории

Активност	Ниво на бучава
Општ шум и разговор	60-70 dB
Работа на дупчечкиот чекан	100-120 dB
Работа на пневматската товарна машина	90-100 dB
Камиони на површинскиот коп	95-120 dB
Дробилки	100-110 dB

Поради ограничениот простор во рудниците, освен примарната бучава, доаѓа до израз интерференцијата на бучавата од изворот со одбиените звучни бранови од страните на рудничките простории и до засилено дејство кај работниците.

## 2. ЕВРОПСКА ДИРЕКТИВА 2003/10/ЕС

Имајќи го во предвид штетното влијание на бучавата врз здравјето и безбедноста на работниците, особено оштетувањето на слухот, Европскиот парламент и Советот на Европската Унија на 06.02.2003 година, ја усвоиле новата Директива за заштита на работниците од ризиците кои произлегуваат од бучава (Директива 2003/10/ЕС). Оваа Директива воведува нови граници на изложеност на бучава на работниците и истата мора да се применува во националните законодавства на сите ЕУ членки пред 15 Февруари 2006 година. Оваа Директива за минимум барања на безбедноста и здравје во однос на изложеноста на работниците на ризици кои произлегуваат од физички агенси (бучава) е Седумнаесеттата Индивидуална Директива согласно значењето на член 16 (1) од Рамковната Директива 89/391/ЕЕС.

Покрај директните ефекти од изложување на бучава врз човечкото здравје, како и загубата на слух, изложеноста на бучава влијае на луѓето и на многу други начини кои не се аудитивни, како што се хипертензијата и стресот (Haslegrave, 1995; NIOSH, 1998, Sanders и McCormick, 1993; WHC, 2004). Така, прекумерната бучава може:

- да предизвика свонење во ушите и многу тешки пречки во концентрацијата или сонот
- да влијае на чувство на рамнотежа и да предизвика вртоглавица;
- може да предизвика стрес, кој води до замор, раздражливост и главоболки и резултира со зголемување на нивото на метаболизам што ја намалува индивидуалната отпорност на бучава;
- да влијае на очите, предизвикувајќи загуба на јасност, перцепција на боите и ноќно гледање.

Покрај сите овие штетни ефекти по човечкото здравје многу важен аспект е да се разгледа улогата на бучава како безбедносен ризик, кој искрено

го зголемува ризикот на несреќи, преку мешањето со усната комуникација и со маскирање на звуците кои предупредуваат на некоја опасност предизвикувајќи стрес и замор или со нејзините ефекти врз рамнотежата и концентрацијата (Sanders and McCormick, 1993; WHC, 2004).

Имајќи во предвид дека бучавата е една од најистакнатите физички штетности во работната средина, една од поважните задачи кои се поставуваат пред нас во наредниот период е намалувањето на бучавата на работното место.

### 3. ПРАВИЛНИК ЗА БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ ПРИ РАБОТА НА ВРАБОТЕНИТЕ ИЗЛОЖЕНИ НА РИЗИК ОД БУЧАВА

#### 3.1. Големини кои се важни за оцена на нивото на бучава

Со цел утврдување на минималните барања за заштита на вработените од ризици по нивното здравје и безбедност кои настануваат или за кои постои можност да настанат од изложеност на бучава, а посебно од ризикот по слухот, Министерството за труд и социјална политика на РМ врз основа на член 47 од Законот за безбедност и здравје при работа (Сл.весник на РМ бр.92/07 го донело Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава, согласно Директивата 2003/10/ЕС на Европскиот парламент и Совет која се однесува на минималните барања за безбедноста и здравјето поврзани со изложеноста на работниците на ризик од зголемување на физичките штетности (бучава). (Official Journal of the EU No.L 42, 2003, pp 38-44).

Меѓународни стандарди кои се однесуваат на областа на акустиката и на кои се засноваат поимите употребени во овој правилник се:

- EN ISO 9612:2009 (en)-Акустика: Одредување на изложеност на бучава во работната средина;

- ISO 1999:2000 (en)-Акустика: Одредување на изложеност на бучава при работа и проценка на оштетување на слухот предизвикан од бучава.

- MKS EN ISO 4869-2:2007 Штитници за слух Дел 2: Проценка на ефективното ниво А на оптоварување од звучен притисок при носење на штитници за уши (идентичен со EN ISO 4869-2:1995).

Оценката на нивото на бучава согласно Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава и стандардот ISO 9612 (член 3) се изразува преку дневно и повеќедневно (најчесто неделно) ниво на бучава со ознаки  $L_{ex, 8h}$  и  $L_{ex, w}$ . Овие големини се изведени од еквивалентното ниво на бучава и се прилагодени во однос на времетраењето на изложеноста на бучава. Освен овие големини во член 3 се дефинира и максимален звучен притисок ( $p_{Cpeak}$ ).

1. **Максимален звучен притисок ( $p_{Cpeak}$ ):** максимална вредност на моментален притисок на бучава со измерена „C“ фреквенција.

$$p_m = p_{max} \cos(\omega t \pm kx) = p_{max} \cos(\omega t - kx) + p_{max} \cos(\omega t + kx) \quad (1)$$

каде што:

$p_m$  е максималната вредност на притисокот,

$\omega = 2\pi f$  – сопствена кружна фреквенција,

$f$  - фреквенција на периодичната промена на звукот

$k$  - бранов број кој се пресметува како  $k = \omega/c = 2\pi f/c = 2\pi/\lambda$ ,

$\lambda = f/c$  - бранова должина.

Со помош на максималниот звучен притисок се дефинира С-вреднувано максимално ниво на звучен притисок  $L_{p, \text{Cpeak}}$ .

$$L_{p, \text{Cpeak}} = 10 \log_{10} p_{\text{Cpeak}}^2 / p_0^2 \text{ dB (C)} \quad (2)$$

каде што:

$p_{\text{Cpeak}}$  – С вреднуван максимален звучен притисок (Pa)

$p_0$  – референтен звучен притисок ( $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ )

2. **Дневно ниво на изложеност на бучава ( $L_{\text{ex}, 8h}$ )** кое претставува ниво на изложеност за номинален осум часовен работен ден дефинирано со меѓународниот стандард ISO 1999:1990, точка 3.6. а се дефинира како

$$L_{\text{EX}, 8h} = L_{\text{Aeq}, T_e} + 10 \log_{10} \frac{T_e}{T_0} \text{ dB (A)} \quad (3)$$

каде што:

$L_{\text{Aeq}, T_e}$  – измерено еквивалентно ниво на бучава во dB(A)

$$L_{\text{Aeq}, T_e} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[ \frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\} \quad (4)$$

$T_e$  – дневно времетраење на изложеност на работникот

$T_0$  – 8 часовно референтно време

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$

$p_A$  – А вреднуван моментален звучен притисок во Pa

3. **Повеќедневно (неделно) ниво на изложеност на бучава  $L_{\text{ex}, w}$** , средна вредност на дневната изложеност на бучава за номинална недела од пет до осум часовни работни денови дефинирано со меѓународниот стандард ISO 1999:1990, точка 3.6.

$$L_{\text{EX}, w} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{x} \sum_{k=1}^x 10^{0.1(L_{\text{EX}, 8h, x})} \right] \text{ dB(A)} \quad (5)$$

каде што:

$L_{\text{EX}, 8h, x}$  – вредност на  $L_{\text{EX}, 8h}$  за x-ти работен ден во dB (A)

x- број на работни денови во набљудуваниот период

Најважна големина за изразување на временски променливата бучава е еквивалентно ниво на бучава, кое по дефиниција претставува ниво на континуирана бучава која со текот на одредено време би делувала на човекот исто како и набљудуваната променлива бучава. Пропишана големина за изразување на бучавата при работа е А- вреднувано еквивалентно ниво на звучен притисок.

### 3.2. Гранични и акциони вредности на изложување на бучава

Во член 4 од Правилникот се дефинирани граничните вредности на изложување и акционите вредности на изложување во однос на дневните нивоа на изложување на бучава и максималното ниво на звучен притисок.

За **гранична вредност на изложување** е земена вредноста на дневно ниво на изложување на бучава  $L_{\text{EX}, 8h} = 87 \text{ dB}$ . Ова претставува највисока доза на бучава која може да ја прими работникот вклучувајќи го и учинокот на личната заштитна опрема. Во однос на нивото на максимален звучен притисок граничната вредност на изложување изнесува  $L_{p, \text{Cpeak}} = 140 \text{ dB (C)}$  или максимален звучен притисок  $p_{\text{Cpeak}} = 200 \text{ Pa}$ .

**Горна акциона вредност на изложување**  $L_{\text{EX}, 8h} = 85 \text{ dB}$ , односно нивото на максимален звучен притисок за горната акциона вредност изнесува  $L_{p, \text{Cpeak}} = 137 \text{ dB (C)}$  или максимален звучен притисок  $p_{\text{Cpeak}} = 140 \text{ Pa}$ .

**Долна акциона вредност на изложување**  $L_{EX,8h} = 80$  dB, односно нивото на максимален звучен притисок за долната акциона вредност изнесува  $L_{p, Cpeak} = 135$  dB (C) или максимален звучен притисок  $p_{Cpeak} = 140$  Pa.

Овие вредности се дадени во Табела 2.

Табела 2. Гранични и акциони вредности на изложување

Ниво на изложување	$L_{EX,8h}$ (dB)	$L_{p, Cpeak}$ (dB)	$p_{Cpeak}$ (Pa)
Гранична вредност	87	140	200
Горна акциона вредност	85	137	140
Долна акциона вредност	80	135	112

Од страна на работодавачот се проценува и ако е потребно се мери нивото на бучава на кое се изложени вработените. Методите и апаратурата кои се користат треба да бидат приспособени на условите кои преовладуваат, посебно земајќи ги во предвид карактеристиките на бучавата што треба да се измери, должината на изложувањето, амбиенталните фактори и карактеристиките на мерниот апарат.

#### 4. ПРАВИЛНИК ЗА ТЕХНИЧКИТЕ НОРМАТИВИ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕТАЛИЧНИ И НЕМЕТАЛИЧНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

За подземна експлоатација во услови на работа во јамата важи Правилникот за техничките нормативи за подземна експлоатација на металични и неметалични минерални сировини (Сл. Лист на СФРЈ бр. 24 од 5.04.1991). Според овој Правилник (член 337) сите машини и уреди што се користат за редовна работа во јамата (дупчачки, чекани, компресори, вентилатори, постројки за дробење, возила и сл.) мораат да ги исполнуваат условите во поглед на бучавата што ја создаваат, т. е. нивото на бучавата не смее да биде повисоко од 90 dB (A).

Според членот 338 од гореспоменатиот Правилник во комората на извозната машина дозволеното ниво на бучавата може да биде најмногу 80 dB (A). На навозиштата на извозните окна дозволеното ниво на бучавата може да биде најмногу 65 dB (A).

За сите други работни места надвор од јамата важи Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава (Сл. весник на РМ бр. 92/07).

#### 5. МЕРЕЊЕ НА БУЧАВАТА ВО РАБОТНА СРЕДИНА

Мерењето на бучавата во работната средина може да се изврши со интегриран мерач за бучава или со дозиметар. Мерачот на бучава мора да ги задоволи барањата на стандардите SIST ISO 9612, SIST ISO 60651 и SIST EN 60804.

Најмеродавен е изборот на инструмент со Класа 1.

Дозиметарот мора да ја задоволи нормата IEC 61252 со тоа што предност имаат дозиметрите кои ги задоволуваат барањата од Класа 1.

Калибраторот мора да ги задоволи барањата на стандардот SIST EN 60942 за Класа 1.

## 6. УПРАВУВАЊЕ И КОНТРОЛА НА РИЗИЦИТЕ КОИ ПРОИЗЛЕГУВААТ ОД ИЗЛОЖЕНОСТА НА БУЧАВА

Ризиците кои произлегуваат од изложувањето на бучава, треба да бидат отстранети во нивниот извор или да се намалат на минимум користејќи:

- други методи на работа каде што има помало изложување на бучава, друга соодветна опрема за работа,
- соодветно дизајнирање на работното место,
- информирање и обука на вработените како правилно да ја користат опремата за да го намалат нивното изложување на бучава на минимум,
- намалување на бучавата со соодветни технички средства како што се облогите за апсорбирање на бучава, прегради и сл.
- програми за одржување на опремата за работа, работното место
- организациони мерки како што е на пример ограничување на времетраењето на изложување или преку соодветни работни распореди со погодни периоди за одмор
- донесување на посебна програма за намалување на бучавата доколку е потребно
- означување на работните места на кои нивото на бучава е повисоко од 85 dB (A).

Ако ризиците кои произлегуваат од изложување на бучава не може да се спречат со претходно споменатите мерки, тогаш вработените треба да добијат и користат соодветни, правилно приспособени лични средства за заштита на слухот во согласност со Правилникот за лична заштитна опрема која вработените ја употребуваат во работата (Сл.весник на РМ бр.116/07) и според следните услови:

- Во случај кога изложувањето на бучава ги надминува долните акциони вредности на изложување, работодавачот им овозможува на вработените да користат посебни штитници за слух
- Во случај кога изложувањето на бучава е еднакво или поголемо од горните акциони вредности на изложување, се користат посебни штитници за слух
- Посебните штитници за слух се избираат така да го спречат ризикот по слухот или да го намалат ризикот на минимум.

## 7. ЗАКЛУЧОК

Имајќи во предвид дека бучавата е многу честа професионална болест треба посебно внимание да се посвети на управувањето со бучавата, а особено на обуката на вработените, нивно информирање и здравствена заштита. Обуката е важен дел од управувањето и контролата на бучавата. Неа може да ја вршат лица кои вршат процена на ризикот и кои водат документација за да бидат сигурни дека работодавачите ќе ја контролираат бучавата, дека менаџерите ќе ги извршуваат нивните должности во однос на контролата и евиденцијата на работници, кои треба да знаат како и зошто се користи опремата за работа и преземањето на контролни мерки за да се минимизира изложеноста на бучава. Обуката треба да биде што е можно поконкретна. Работниците во рударството работат во многу специфични услови и често се изложени на различни ризици



#### 4. ПРИМЕНА НА НАТМ ВО НАШИТЕ РУДНИЦИ СО ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

Некои од горенаведените принципи на НАТМ се прифатени и во нашите рудници со подземна експлоатација. Така на пример, се почесто се изработуваат ходници со заоблени форми на попречен пресек, а како подграден материјал се користи тенка и флексибилна подграда, позната како еластична подграда. Составот на оваа подграда зависно од работната средина може да биде варијабилен, во најлоши услови за работа него го чинат: прскан бетон+анкери+челична мрежа+челични рамки.

Единствено мониторингот, како можеби и најбитен дел од НАТМ не спроведува на задоволително ниво. Мониторингот е сведен на поединечни геодетски мерења, што воопшто не е доволно за комплетно следење на напрегањата и деформациите. Во одредени случаи, како што е изработката на подготвително-откопните ходници (пр. подетажни ходници), како објекти од времен карактер мониторингот на напрегањата и деформациите не може да се врши и не е неопходен. Додека кај објектите за отворање (пр. поткопите), како капитални објекти со долг век на употреба, мониторингот на напрегањата и деформациите е неопходен и треба да се врши.

#### 5. ЗАКЛУЧОК

НАТМ е универзална метода и е особено погодна за неправилни форми. Заради тоа, може да се примени и кај други видови подземни објекти, со различна форма и големина на попречен пресек.

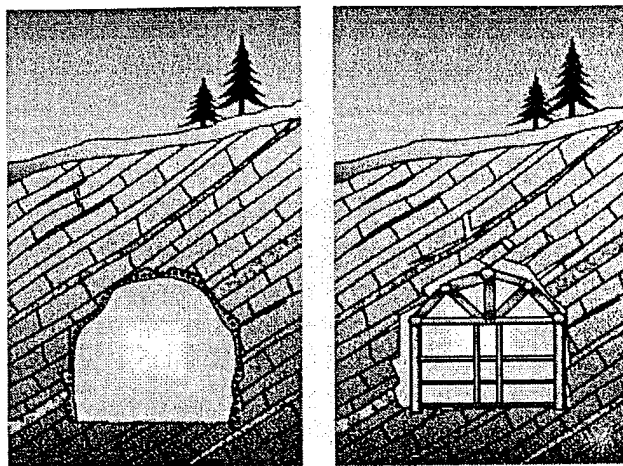
Со примена на оваа метода биле подобрени: начинот на подградување и помошните мерки, инструментација и техниките на интерпретација. Во тек на развојот се проширила областа на примена на НАТМ, така што покрај во тунелоградбата се применува и во рударството, при изработка на хоризонтални рударски простории.

Суштината на оваа метода е дел од карпите околу профилот на објектот од оптоварена зона да се претворат во носечка зона, која во содејство со подградата учествува во носењето на товарите од масите над профилот.

Еластичната конструкција на овој подграден систем лесно ги прифаќа деформациите кои настануваат при прераспределба на напрегањата во масите околу профилот до конечно враќање на природната рамнотежа.

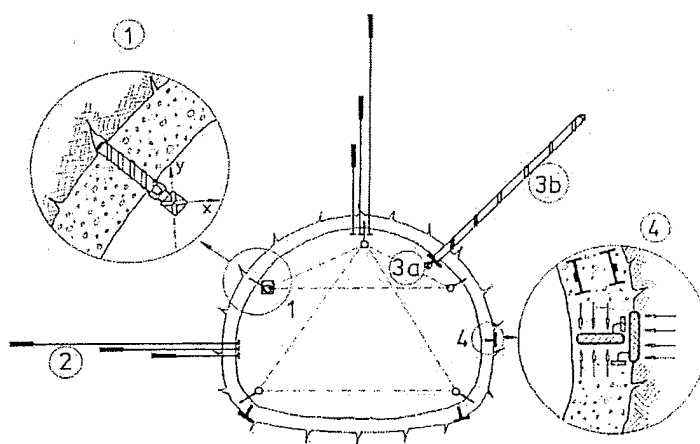
#### 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] E. Hoek, P.K. Kaiser and W.F. Bawden.: *Support of underground excavations in hard rock*, book, Funding by Mining Research Directorate and Universities Research Incentive Fund, USA, 1990;
- [2] Донева Н., Веселиновски П., Мијалковски С.: *Компаративна анализа за подградување на хоризонтална рударска просторија со еластична и дрвена подграда*, II стручно советување на тема: Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини - ПОДЕКС '08, СРГИМ, М. Каменица, 2008.
- [3] Vrkljan I.: *Podzemnegrađevine i tuneli*, udbenik, Građevinskifakultet, Sveučilišteu Rjeci, Rijeka, 2001.



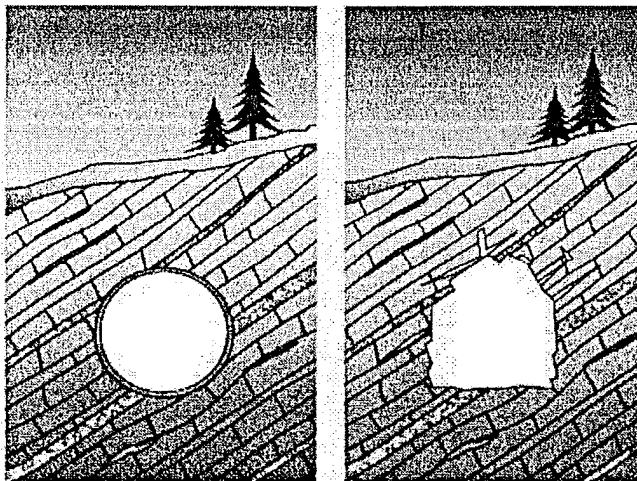
Слика 5. Облогата треба да има целосен контакт со ископот, а) добро остварен контакт; б) лошо остварен контакт

6. Деформациите на карпестата маса во околината на објектот не треба да се спречува туку да се контролира. Контролираната деформација (поместување на контурите на ископот кон внатрешноста) овозможува формирање на носивиот – заштитниот прстен околу ископот. Сепак не треба да се дозволи прекумерна дезинтеграција која ќе доведе до губење на цврстината на карпестата маса. Вообичаено времето кое се остава за прераспределување на напрегањата кај поцврсти средини е подолго од времето кај меки средини. Сепак точното време на вградување на конечната подграда се одредува со анализа на резултатите добиени од мониторингот.
7. Мониторинг на однесувањето во ископот за време на изработка, е составен дел на НАТМ (слика 6). Со следење и толкување на деформациите и притисоците се оптимизираат работните процедури и се утврдува и потребната носивост на подградата.



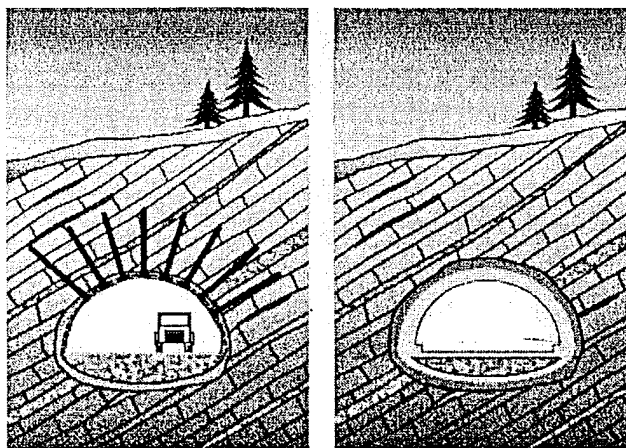
Слика 6. Опрема за мониторинг кај НАТМ, 1) мерач на конвергенција - ја мери површинската деформација на објектот; 2) екстензиометар – ги мери деформациите околу тунелот; 3) го мери оптоварувањето на анкерот; 4) келии за притисок – го мерат напрегањето на линијата помеѓу карпестата маса и прсканиот бетон

2. Со внимателно ископување и со непосредна примена на подграда и средства за зајакнување да се одржи носивоста на карпестата маса и да се избегне штетното раздробување (слика 3). Прсканиот бетон и анкерите применети во близина на ископувањето помага во задржување на интегритетот на карпестата маса.



Слика 3. а) правилно изведен ископ; б) лошо изведен ископ

3. Со примена на заоблени форми на попречен пресек на обектите да се избегнат концентрации на напрегање во аглиите, каде што започнуваат процесите на распукување на карпестиот масив.
4. Примена на флексибилна тенка облога. Почетната подграда да биде од тенок слој, со цел да се минимизираат моментите на свиткување и да се олесни процесот на прераспределба на напрегањата. Потребно е конечната подграда да не ја зголемува дебелината на облогата, туку да ја зголеми носивоста на подградата со анкерирање (слика 4).



Слика 4. Носивоста на подградата се зголемува со анкерирање (лево), а не со зголемување на дебелината на облогата (десно)

5. Облогата треба да има целосен контакт со ископот (слика 5), ова барање многу добро е исполнето со примена на прсканиот бетон. Затворањето на пукнатините е со задолжителна примена на прскан бетон.

Од 1948 до 1963 Новата австриска тунелска метода се развивала низ теоретски студии, како и повеќе практични искуства. Нејзината примена се повеќе се зголемувала, сепак основните принципи останале исти.

Новата австриска тунелска метода не може да се опише на ист начин како претходните методи за изградба – со шема на ископ и постојан подграден систем. Оваа метода не е поврзана со одредена процедура за ископ и подградување, туку е поврзана со принципи на мониторинг. Така што NATM е прифатена повеќе како концепт отколку како метода, кој на база на научно утврдени и практично проверени идеи и принципи за мобилизирање на капацитетот на носивоста на карпестиот масив постигнува оптимална сигурност и економичност на градење (слика 2).



Слика 2. Пример за лошо димензионирана подграда, а) неекономична подграда; б) несигурна подграда

Австрискиот национален комитет за подземна градба во 1980 год. ја дава службената дефиниција за Новата австриска тунелска метода, која гласи: *Новата австриска тунелска метода е основана на концептот, дека карпите или почвените формации околу ископот стануваат дел од носечката конструкција преку активирање на заштитниот прстен.*

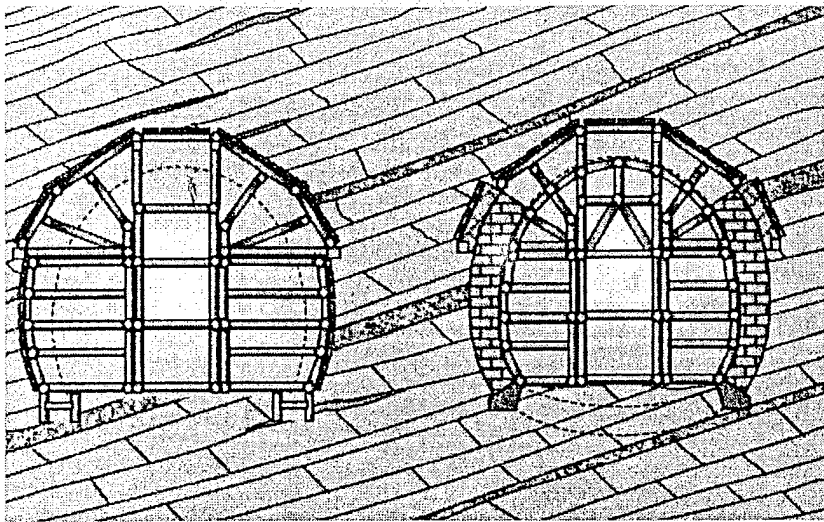
Со ископувањето на тунелот примарното напрегање во карпестата маса се менува во понеповолно секундарно напрегање. Поимот заштитен прстен ја опфаќа зоната околу тунелот, каде што во поголемиот дел од времето се одвиваат процеси на прераспределување на напрегањата. Овде се вклучени пластичната како и еластичната зона на однесување.

Под активирање на заштитниот прстен се подразбираат активностите за одржување или за подобрување на носивоста на карпестата маса, со цел истата да помине од дезинтегрирана во носечка зона.

### 3. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА НАТМ

Основни принципи на NATM се:

1. Основна носечка компонента на подградата на тунелот е околната карпеста маса. Оваа подграда е „неформална“, односно се состои од матична карпа, анкери и прскан бетон.



Слика 1. Начин на подградување на објектите пред примена на НАТМ

Напрегањата создадени поради дезинтеграција во околните карпи ја оптоваруваат подградата поради тежината на дезинтегрираниот карпест свод. Теоријата за овие оптоварувања е развиена од Komerell, Terzaghi и др. Пукнатините и дезинтеграцијата на околните карпи е предизвикана од техниките на пробивање, средствата за подградување и долгиот период потребен да се заврши една секција од објектот. Како резултат на сето ова се јавуваат многу непредвидени големи оптоварувања, поради што треба да се постави дебела облога, која завзема значителен процент од попречниот пресек на објектот. На пример, кај почетните тунели во Алпите подградата зафаќала дури 40% од ископниот профил.

Во почетокот на 20-тиот век проектантите и научниците ја сфатиле потребата од намалување на деформациите со цел да се искористи носивоста на карпестата маса, и реципрочниот однос помеѓу носивоста на подградата и деформациите.

Новата австриска тунелска метода и нејзините почетоци се поврзани со проф. Ladislaus Rabcewicz и воведувањето на терминот двојна подграда (почетна и конечна). Со овој концепт се дозволува деформирање на карпестиот масив пред вградување на конечната подграда, со цел да се редуцира оптоварувањето.

Значаен и голем придонес дале проф. Ladislaus Rabcewicz и Leopold Muller со воведување на систематско анкерирање и мерење на оптоварувањето на лице место (in-situ), на основа на теоријата на механика на карпи. Новата австриска метода за тунели (НАТМ) е произлезена од искуството на старите методи. Во својата книга "Gebirgsdruck und Tunnelbau" 1944 Prof. Ladislaus Rabcewicz објавил систематски преглед на феноменот на карпестиот притисок и неговото толкување. Во 1948 година биле формулирани основните принципи на концептот на Новата австриска тунелска метода. Суштината на овие принципи е следна:

*Со флексибилна почетна подграда да се постигне нова рамнотежа. Ова да биде контролирано со мерење на деформациите на лице место (in-situ). После постигнување на оваа нова рамнотежа да се постави конечна подграда. Во одредени случаи истата може и да се изостави.*



**СРГИМ**  
Сојуз на рударски  
и геолошки  
инженери на Р.  
Македонија

IV<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:  
Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини

**ПОДЕКС '10**

Пробиштип  
12 – 13. 11. 2010 год.

## ПРЕГЛЕД НА ИСТОРИСКИОТ РАЗВОЈ НА НОВАТА АВСТРИСКА ТУНЕЛСКА МЕТОДА

### REVIEW OF THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF THE NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD

Николинка Донева<sup>1</sup>, Марија Хаџи – Николова<sup>1</sup>, Сашко Иванов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет "Гоце Делчев", Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство, Штип, Р. Македонија

**Апстракт:** Во овој труд е даден краток осврт на историскиот развој на Новата австриска тунелска метода (НАТМ), како и нејзините основни принципи. Оваа метода претставува еден сосема поразличен пристап во подградувањето, во однос на конвенционалниот пристап. Новата австриска тунелска метода (НАТМ) е од посебно значење, имајќи го во предвид фактот што истата покрај во тунелоградбата наоѓа примена и при изработка на подземните простории во рударството.

**Клучни зборови:** подградување, анкери, прскан бетон, челични рамки.

## 1. ВОВЕД

Една од најпознатите методи која користи елементи на мониторинг (следење), на деформациите на карпестиот масив е Новата австриска тунелска метода (НАТМ - New Austrian tunnel method). Оваа метода всушност, е поширок концепт на геотехнички инженеринг за изградба на тунели и се базира на употреба на лесна, неформална подграда. Било потребно долго време за да се сфати дека и покрај деформацијата карпестиот масив сеуште е способен да превзема одредени напрегања. Новата австриска тунелска метода употребува модерни средства за следење и површинска стабилизација, како што се прскан бетон и анкери, користејќи го овој ефект систематски. Токму заради флексибилниот пристап, оваа метода наоѓа широка примена и во рударството, при проектирање на подграден систем кај хоризонталните рударски простории.

## 2. ИСТОРИСКИ РАЗВОЈ

Историски гледано и кај тунелоградбата, и во рударството, како подграден материјал најпрвин се користела дрвена подграда, а подоцна подграда од челични рамки, со цел да се стабилизираат објектите при времено до вградување на конечната подграда. Конечната подграда била сидана или лиена бетонска (слика 1).



по нивната безбедност и здравје. Затоа треба да знаат како да се минимизира изложеноста на бучава, а особено внимание треба да се посвети на новите работници. Работниците најчесто се запознати со посебните проблеми и можни решенија во однос на бучавата. Вработените и нивните претставници треба постојано да се консултираат во постапката на проценка и во дискусијата како да се спроведат мерките за контрола. Работниците имаат право на соодветен здравствен надзор согласно ЕУ правната регулатива и националните закони.

## 8. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Directive 2003/10/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise)", European Parliament and European Council, 6 February 2003.
- [2] Правилник за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава (Сл.весник на РМ бр.21/08).
- [3] Joviičić V., Miljković M., Nuić J., Uljić H., Vukić M., Sigurnost I tehnička zaštita u rudarstvu, Tuzla, 1987.
- [4] Стојчевски Б., Бучава во работна средина, Работилница на Македонското здружение за заштита при работа, Охрид, 2010.
- [5] Правилник за техничките нормативи за подземна експлоатација на металични и неметалични минерални сировини (Сл. Лист на СФРЈ бр. 24 од 5.04.1991).